

Åtgärdsutredning och riskvärdering



Skandiafastigheter AB och Fastighets AB Balder

Backa 170:1 m.fl., Göteborg

Göteborg 2019-04-05

Backa 170:1 m.fl., Göteborg

Åtgärdsutredning och riskvärdering

Datum	2019-04-05
Uppdragsnummer	1320021896-001
Utgåva/Status	Slutlig

CECILIA MELLANDER
Uppdragsledare/Handläggare

TORA LINDBERG
Expert

ÅSA FRITIOFF
Granskare

Ramböll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00

Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Göteborgs Stad arbetar med att ta fram en ny detaljplan för del av Backaplan.

Fastigheter som berörs är Backa 170:1, Backa 788:574 och Backa 171:4.

Miljötekniska markundersökningar har gjorts i flera omgångar inom området mellan åren 2015 och 2018, vilka har påvisat förhöjda föroreningshalter i mark och grundvatten.

Rambøll har fått i uppdrag av Skandiafastigheter AB och Fastighets AB Balder, som är markexploatörer, att ta fram en åtgärdsutredning och riskvärdering för det planerade området.

Ett flertal undersökningar och utredningar har genomförts på fastigheterna och/eller i anslutning till fastigheterna. Föroreningarna är kopplade till den verksamhet som bedrivits på platsen men även till fyllnadsmaterialets ursprung. Föroreningar återfinns huvudsakligen i fyllnadsmassorna, vars mäktighet är mellan 1 och 4 meter inom aktuellt planområde.

I jorden har halter av arsenik, bly, kadmium, kvicksilver och PAH över beräknade platsspecifika riktvärden påträffats inom hela planområdet. I grundvattnet har halter av bensen, alifatiska kolväten och PAH över beräknade platsspecifika riktvärden påträffats.

Tidigare utförd riskbedömning visar att oacceptabla risker föreligger för yttlig jord med avseende på människors hälsa och miljön. Även för djup jord bedöms oacceptabla risker med avseende på människors hälsa och spridning kunna föreligga. Därmed krävs någon form av åtgärd inom hela egenskapsområdet.

I föreliggande rapport beaktas olika åtgärdsalternativ med efterföljande riskvärdering för att identifiera det mest lämpade åtgärdsalternativet. Utifrån genomförd utredning föreslås åtgärdsalternativ 2, vilket innebär teknisk schakt med tillägg av schaktning till minst 1,0 meter under planerad markyta samt av djupare massor i de enskilda punkter där de platsspecifika riktvärdena med avseende på hälso- och spridningsrisker överskrids (enligt utförd provtagning samt kontrollprovtagning i schaktbotten efter utförd schakt).

Innehållsförteckning

1.	Bakgrund och syfte	1
2.	Områdesbeskrivning och markanvändning.....	2
2.1	Tidigare markanvändning	2
2.2	Planerad markanvändning	3
2.3	Markanvändningsscenarier	4
3.	Övergripande åtgärds mål.....	5
4.	Platsspecifika riktvärden.....	6
4.1	Hälsobaserade riktvärden	6
4.2	Miljöbaserade riktvärden	7
5.	Riskbedömning	8
5.1	Ytlig jord	8
5.2	Djup jord	8
6.	Föroreningssituation	9
7.	Bedömning av åtgärdsbehov	10
8.	Åtgärdsstrategier	11
8.1	Administrativa skyddsåtgärder	11
8.2	Övervakad naturlig självrening	11
8.3	Tekniska skyddsåtgärder.....	12
8.4	Inneslutning	12
8.5	In situ-behandling	13
8.6	Schaktning med behandling på plats.....	13
8.7	Schaktning med deponering eller behandling på annan plats	13
8.8	Sortering.....	13
9.	Åtgärdsalternativ	14
9.1	Åtgärdsalternativ 0: Inga saneringsåtgärder	14
9.2	Åtgärdsalternativ 1: Endast teknisk schakt	14
9.3	Åtgärdsalternativ 2: Teknisk schakt + 1,0 m + enskilda punkter	16
9.4	Åtgärdsalternativ 3: Teknisk schakt + 1,5 m + enskilda punkter	16
9.5	Åtgärdsalternativ 4: Schakt av samtliga fyllnadsmassor	16
10.	Mängd- och kostnadsberäkningar	17
10.1	Mängduppskattningar	17
10.2	Kostnadsberäkningar	18
11.	Riskvärdering	21
11.1	Riskreduktion	21
11.2	Måluppfyllelse	21

11.3	Långtidsverkan och beständighet	21
11.4	Risker under åtgärd	22
11.5	Efterkontroll	22
11.6	Resursförbrukning	22
11.7	Acceptans	23
11.8	Sammanvägd riskvärdering	23
12.	Genomförande.....	25
12.1	Schaktning	25
12.2	Återfyllnad	25
12.3	Myndigheter	25
12.4	Miljökontroll – klassning av massor	26
12.5	Skyddsåtgärder.....	26
12.6	Länshållning	27
13.	Förslag till mätbara åtgärds mål	28
14.	Rekommendationer	30
14.1	Åtgärder för jord	30
14.2	Tekniska skyddsåtgärder.....	30
14.3	Kontrollprogram inomhusluft	31
14.4	Övrigt	31
	Referenser	32

Bilagor

- Bilaga 1a Situationsplan över föroreningshalter
- Bilaga 1b Situationsplan schaktplan
- Bilaga 1c Situationsplan fyllnadsplan
- Bilaga 2 Riskvärderingsmatris

1. Bakgrund och syfte

Utveckling av Backaplan är ett av Göteborgs stadsutvecklingsprojekt. Området är en viktig pusselbit för att knyta ihop staden över älven. Med en blandning av bostäder, service, kontor och cityhandel blir Backaplan Hisingens centrum. Omvandlingen har startat och pågår under de närmaste 20 åren. Som ett led i denna utveckling pågår arbete med ny detaljplan för Backa 170:1 m.fl. För att byggnation av bostäder, kontor och handel inom ett tidigare industriområde ska kunna bli möjligt måste det säkerställas att eventuell förorening i mark inte utgör någon oacceptabel risk för miljö, spridning eller de personer som kommer att bo, arbeta och vistas inom området.

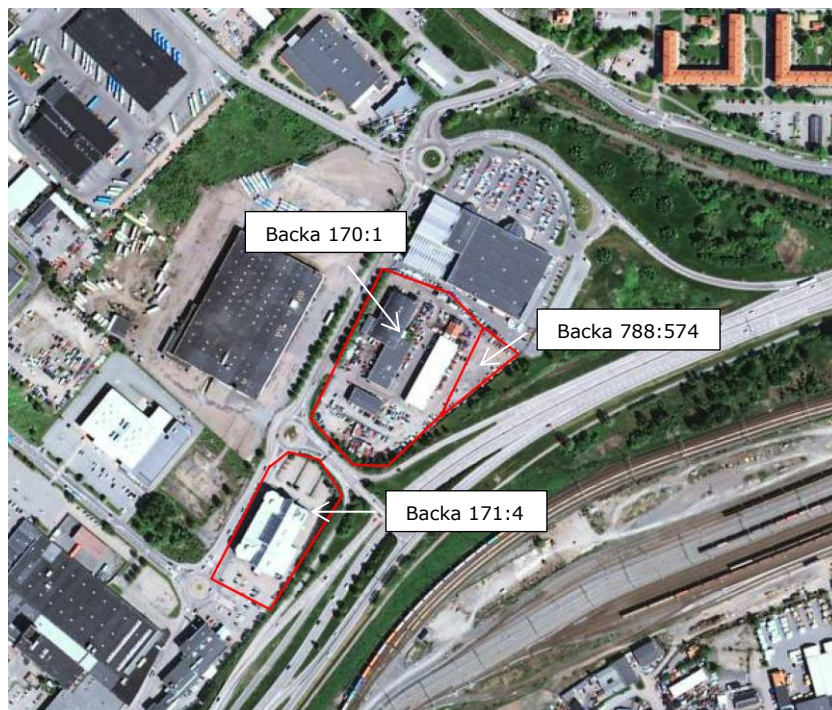
I samband med detaljplanearbetet har undersökningar genomförts i mark- och grundvatten under åren 2015 till 2018. Resultatet visar på förhöjda föroreningshalter i mark och grundvatten inom området. Som ett följande steg i hanteringen av den förorenade marken har Ramböll Sverige AB tagit fram platsspecifika riktvärden och en riskbedömning som beskriver vilka risker som föroreningarna i mark och grundvatten utgör om människor ska bo och vistas inom området¹.

Ramböll har även fått i uppdrag att ta fram en åtgärdsutredning för det detaljplanerade området, vilken presenteras i föreliggande rapport. Åtgärdsutredningen beskriver vilka arbeten som krävs för att föroreningsnivåerna ska bli acceptabla för att området ska kunna nyttjas för planerat ändamål.

¹ Ramböll, 2019: *Platsspecifika riktvärden och riskbedömning, Backa 170:1 m.fl., Göteborg*. Ramböll Sverige AB, 2019-02-19.

2. Områdesbeskrivning och markanvändning

Detaljplaneområdet består av fastigheterna Backa 170:1, Backa 788:574 och Backa 171:4 som ligger vid Leråkersmotet på Hisingen i Göteborg och gränsar mot Lundbyleden i öster och Backavägen i väster, Figur 1.



Figur 1. Översiktlig karta med markerade fastigheter.

2.1 Tidigare markanvändning

Fastigheterna Backa 170:1 och Backa 788:574 inom planområdets norra del har nyttjats för olika industriändamål sedan 1953. Det har förekommit underhåll och rengöring av transportfordon, fordonstvätt, uppställning av fordon, bilverkstad, drivmedelshantering och betongverksamhet. Byggnaderna har rivits för att ge plats åt handel, kontor och bostäder med angränsande parkeringsmöjligheter.

Inom planområdets södra del, på fastigheten Backa 171:4, har det tidigare bedrivits gjuteriverksamhet. Det har även funnits lagerbyggnader, garage och verkstad inom området. Vidare har det legat ett karbidgasverk samt ett renseri på fastigheten. Under 1980-talet revs samtliga byggnader och den byggnad som finns på platsen idag upprättades, i vilken det huvudsakligen bedrivs handel och kontor. På fastigheten planeras om- och tillbyggnad av befintlig byggnad. Planerad verksamhet är fortsatt handel och kontor.

Hela området är utfyllt med massor av okänt ursprung.

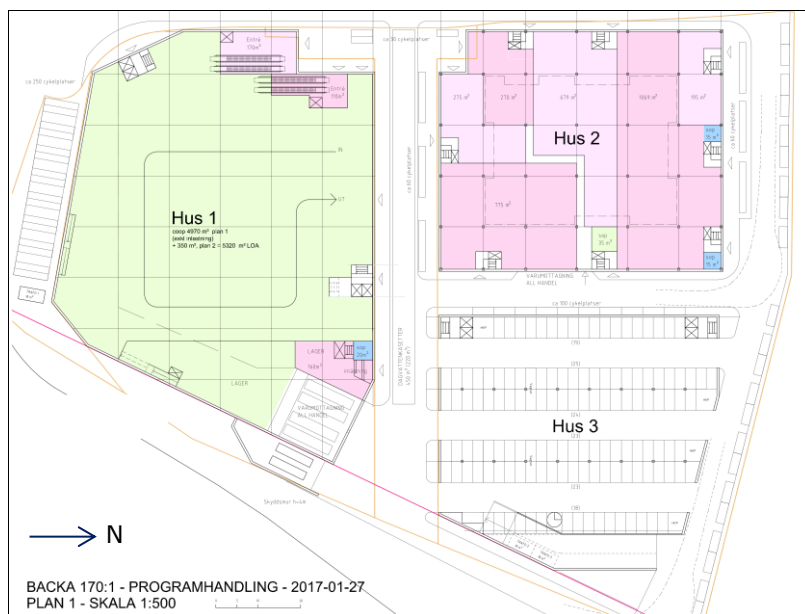
2.2

Planerad markanvändning

Detaljplanen är en del av Göteborgs stads vision om att skapa en attraktiv och hållbar stad ur ett socialt, ekologiskt och ekonomiskt perspektiv. Detaljplanen syftar till att utveckla området mot blandstad, innefattande bostäder, handel, kontor och kommunal service. I Figur 2 redovisas planerad markanvändning i markplan inom norra delen av planområdet på Backa 170:1 och Backa 788:574. I markplan planeras handel/kontor eller parkeringsgarage och i ovanliggande våningar planeras bostäder och/eller vårdboenden. I Hus 2 planeras bostäder på första våningsplanet över handelslokalerna. I Hus 1 och 3 planeras bostäder alternativt vårdboende från våningsplan 3 respektive 5 och uppåt.

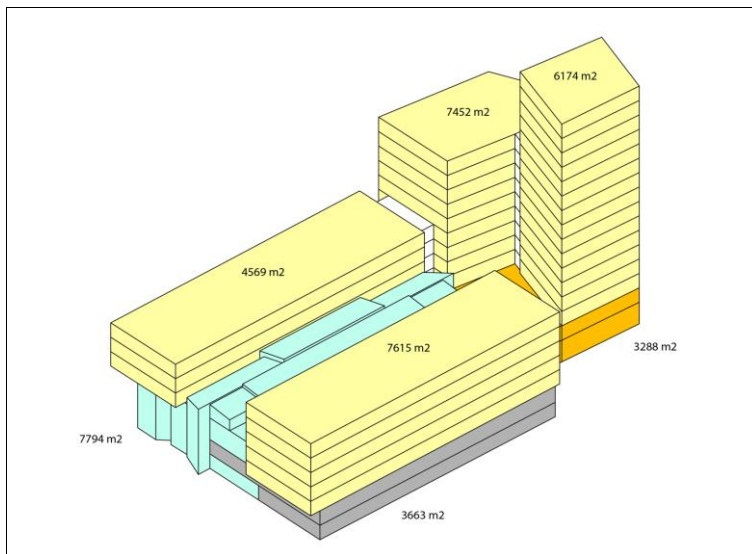
I södra delen av planområdet, inom fastigheten Backa 171:4, planeras endast handel och kontor, inga bostäder. Bottenplan kommer att innefatta parkeringsgarage. Befintlig byggnad kommer att vara kvar och tillbyggnad kommer att ske enligt förslag i Figur 3.

Planområdet har idag en svag lutning mot syd/sydväst. För att få en mer plan markyta inom planområdets norra delområde (Backa 170:1 och Backa 788:574), kommer mer urschaktning utföras inom Backa 788:574 och inom den västra delen av Backa 170:1 finns eventuellt behov av att tillföra massor.



Figur 2. Planerad markanvändning i markplan på Backa 170:1 och Backa 788:574².

² White arkitekter, 2017: *Programhandling*. White arkitekter, 2017-01-27.



Figur 3. Planerad markanvändning på Backa 171:4³. Turkos färg visar befintlig byggnad.

2.3

Markanvändningsscenarier

I riskbedömningen⁴ har två olika scenarier tagits fram utifrån planerad markanvändning. Det första är *Bostäder* där antaganden är anpassade till handel och kontor i markplan med ovanliggande våningar innefattande bostäder och/eller vårdboenden, med hårdgjorda omkringliggande ytor. Det andra scenariot är *Handel/kontor* där antaganden är anpassade till område med endast handel och kontor, utan ovanpåliggande bostäder.

³ White arkitekter, 2015: *Volymstudie*. White arkitekter, 2015-04-13.

⁴ Ramböll, 2019.

3. Övergripande åtgärds mål

Åtgärds mål anger vilken användning eller funktion ett område ska kunna ha efter en eventuell åtgärd eller vilken påverkan som kan accepteras i omgivningen. De övergripande målen ska beskriva vad området ska kunna användas till och vad som ska skyddas vid nuvarande markanvändning och i framtiden. För aktuellt område föreslås nedanstående övergripande åtgärds mål:

- Delar av området ska kunna användas för bostadsändamål utan risk för människors hälsa eller miljön.
- Inom området för bostadsändamål ska det vara möjligt att vistas dygnet runt, både utom- och inomhus.
- Inom områden för handel/kontor ska det vara möjligt att vistas under arbetstid, både utom- och inomhus utan risk för människors hälsa.
- Det ska vara möjligt att utföra markarbeten utan oacceptabel risk för människors hälsa eller miljön.
- Föroreningsbelastningen på Kvillebäcken samt Göta Älv genom utläckage från området ska inte vara oacceptabelt stor.
- Skyddet av markmiljön ska säkerställa att den markfunktion som krävs för planerad markanvändning kan upprätthållas.

4. Platsspecifika riktvärden

Nedan redovisas de platsspecifika hälso- och miljöbaserade riktvärden som beräknats för fastigheterna⁵. De hälsobaserade riktvärdena är beräknade för två djup, 0-1 m och >1 m. De miljöbaserade riktvärdena är också beräknade för två djup, men till vilken nivå skydd av markmiljö beaktas är ännu inte fastställt. För djup jord beaktas inte skydd av markmiljön.

4.1 Hälsobaserade riktvärden

I Tabell 1 redovisas de platsspecifika hälsobaserade riktvärden som beräknats för aktuellt område.

Tabell 1. Sammanställning av platsspecifika **hälsobaserade** riktvärden. Halter i mg/kg TS. I kolumnen till höger om varje riktvärde uppges vad som är styrande för riktvärdet; j=intag av jord, h=hudkontakt jord/damm, d=inandning damm, å=inandning ånga.

	Bostäder ytlig jord (0-1 m)		Bostäder djup jord (>1 m)		Handel/kontor ytlig jord (0-1 m)		Handel/kontor djup jord (>1 m)	
Arsenik	6,5	j	100	j	25	j	100	j
Barium	1 900	j	40 000	j	10 000	j	64 000	j
Kadmium	9,3	j	250	j	64	j	250	j
Kobolt	120	j	2 900	j	720	j	4 500	j
Koppar	18 000	d	510 000	d	96 000	d	ej begr.	-
Krom	150 000	j	ej begr.	-	750 000	j	ej begr.	-
Kvicksilver	0,44	å	0,99	å	0,31	å	0,66	å
Nickel	600	d	12 000	d	2 400	d	26 000	j
Bly	150	j	600	j	600	j	600	j
Vanadin	960	j	19 000	j	4 700	j	29 000	j
Zink	22 000	j	630 000	j	160 000	j	980 000	-
Bensen	0,35	å	0,72	å	0,23	å	0,48	å
Toulen	36	å	75	å	24	å	50	å
Etylbensen	190	å	420	å	130	å	280	å
Xylen	32	å	67	å	21	å	45	å
Alifater >C8-C10	48	å	93	å	32	å	62	å
Alifater >C10-C12	380	å	860	å	270	å	580	å
Alifater >C12-C16	1 300	å	3 900	å	1 200	å	2 700	å
Alifater >C16-C35	140 000	j	ej begr.	-	490 000	-	ej begr.	-
Aromater >C8-C10	150	å	350	å	110	å	230	å
Aromater >C10-C16	1 600	j	12 000	å	3 700	j	9 800	å
Aromater >C16-C35	1 500	j	15 000	å	5 000	j	16 000	å
PAH L	2 000	j	15 000	å	4 800	å	15 000	å
PAH M	100	å	360	å	110	å	260	å
PAH H	5,6	j	78	h	17	h	170	h

⁵ Ramböll, 2019.

4.2

Miljöbaserade riktvärden

I Tabell 2 redovisas de platsspecifika miljöbaserade riktvärden som beräknats för aktuellt område.

Tabell 2. Sammanställning av platsspecifika **miljöbaserade** riktvärden. Halter i mg/kg TS. I kolumnen till höger om varje riktvärde uppges vad som är styrande för riktvärdet; m=skydd av markmiljö, y=skydd av ytvatten, f=fri fas.

	Bostäder och Handel/kontor ytlig jord		Bostäder och Handel/kontor djup jord	
Arsenik	40	m	330	y
Barium	300	m	44 000	y
Kadmium	12	m	15	y
Kobolt	35	m	220	y
Koppar	200	m	2 200	y
Krom	150	m	1 700	y
Kvicksilver	2,2	y	2,2	y
Nickel	120	m	1 100	y
Bly	400	m	3 300	y
Vanadin	200	m	1 800	y
Zink	500	m	8 900	y
Bensen	48	y	49	y
Toulén	50	m	79	y
Etylbensen	50	m	210	y
Xylen	50	m	170	y
Alifater >C8-C10	500	m	700	f
Alifater >C10-C12	500	m	1000	f
Alifater >C12-C16	500	m	1000	f
Alifater >C16-C35	1000	m	2500	f
Aromater >C8-C10	50	m	1 000	f
Aromater >C10-C16	15	m	500	f
Aromater >C16-C35	40	m	95	y
PAH L	15	m	500	f
PAH M	40	m	250	f
PAH H	10	m	50	f

5. Riskbedömning

Vid den utförda riskbedömningen⁶ har representativa halter beräknats för hela områdets jordvolym av fyllnadsmassor. Eftersom teknisk schakt kommer att utföras till +höjden 1,8 m har prover som är uttagna över denna nivå inte tagits med i beräkningen.

5.1 Ytlig jord

De representativa halterna (UCLM₉₅) för jord med avseende på hälsa överskrider på nivån 0-1 meter under markytan för både Bostäder och Handel/kontor. Det förekommer även halter i grundvattnet i nivåer över föreslagna riktvärden med avseende på ånginträngning. Detta innebär att den ytliga jorden kan utgöra en oacceptabel risk för människor som kommer bo, arbeta och vistas i området.

De representativa halterna (medelhalt) med avseende på markmiljö överskrider för yttlig jord, vilket innebär att skyddet av markmiljön inte uppnår ett skydd av 50 % av alla arter.

De representativa halterna (medelhalt) med avseende på skydd av ytvatten och förekomst av fri fas underskrider däremot för all jord. Det förekommer fris fas i ett grundvattenrör och medelhalter av PAH i grundvattnet i nivåer över föreslagna riktvärden med avseende på skydd av ytvatten. Dessutom överskrider maxhalterna i jorden för vissa ämnen, vilket innebär att fri fas kan förekomma lokalt inom området. Skyddet av ytvatten och mot fri fas bedöms därmed inte uppnås.

Sammantaget bedöms oacceptabla risker föreligga oavsett om markanvändningen är Bostäder eller Handel/kontor för yttlig jord med avseende på människors hälsa och miljön.

5.2 Djup jord

Den representativa halten av bly överskrider hälsoriktvärdet för djup jord både för Bostäder och Handel/kontor. För Bostäder ligger den representativa halten av PAH H strax över hälsoriktvärdet.

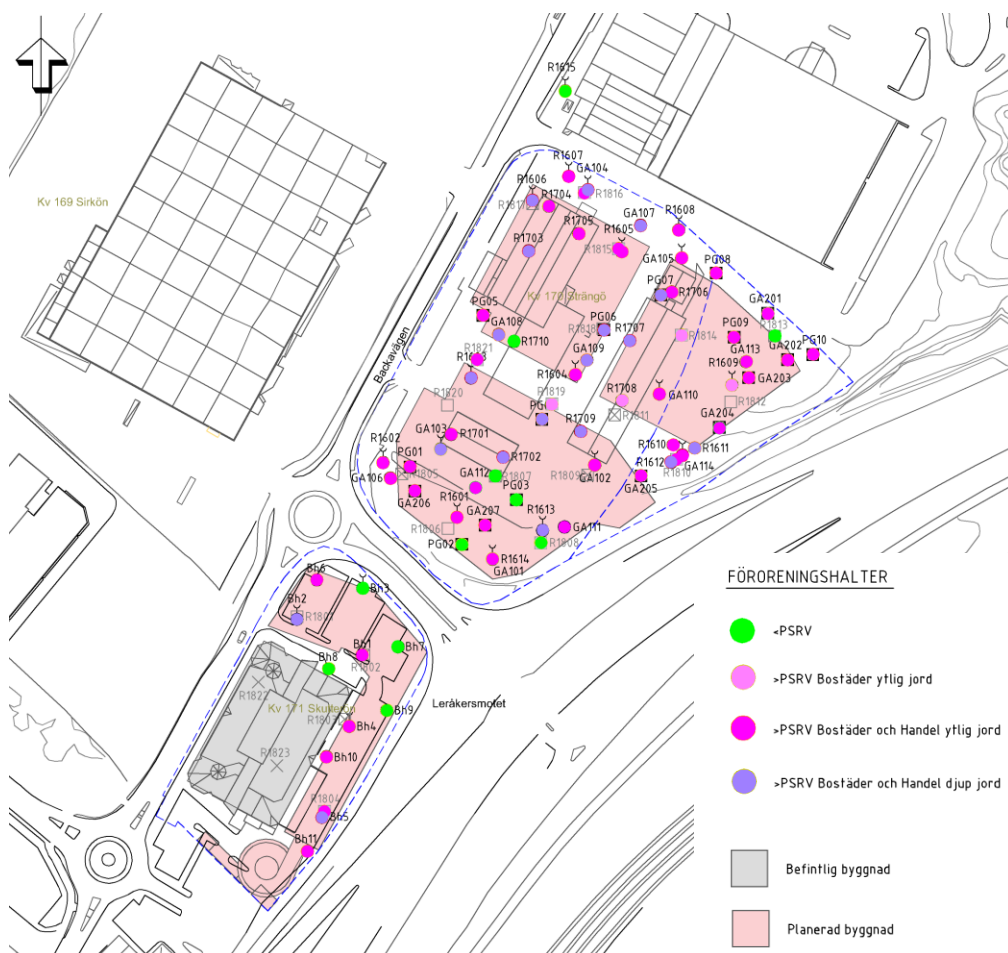
De representativa halterna (medelhalt) med avseende på skydd av ytvatten och förekomst av fri fas underskrider för all jord. Det förekommer dock fris fas i ett grundvattenrör och medelhalter av PAH i grundvattnet i nivåer över föreslagna riktvärden med avseende på skydd av ytvatten. Dessutom överskrider maxhalterna i jorden för vissa ämnen, vilket innebär att fri fas kan förekomma lokalt inom området. Skyddet av ytvatten och mot fri fas bedöms därmed inte uppnås. Skydd av markmiljön beaktas inte för djup jord.

Sammantaget bedöms oacceptabla risker kunna föreligga oavsett om markanvändningen är Bostäder eller Handel/kontor med avseende på människors hälsa för djup jord.

⁶ Ramböll, 2019.

6. Föroreningssituation

Vid de miljötekniska markundersökningar som utförts inom aktuellt område har förhöjda halter av föroreningar påträffats i jord. Föroreningarna överstiger de platsspecifika riktvärdena i de flesta provtagningspunkterna, se Figur 4 och Bilaga 1a. Samtliga uppmätta halter finns med i situationsplanen.



Figur 4. Föroreningshalter inom undersökningsområdet jämförda med plats-specifika riktvärden. Färgmarkeringen visar att analyserat jordprov överstiger minst ett riktvärde på något djup i provpunkten. Se även Bilaga 1a.

7. Bedömning av åtgärdsbehov

Utgångspunkten för bedömning av åtgärdsbehov är att området ska kunna användas enligt föreslagen detaljplan utan risk för negativa hälso- eller miljöeffekter på grund av konstaterade föroreningar inom området. Utifrån miljö- och hälsoriskbedömningen som har utförts finns ett åtgärdsbehov för båda planerade markanvändningar, Bostäder och Handel/kontor.

Utifrån jämförelse mellan representativa halter i fyllnadsmaterialet från nivå +1,8m och beräknade platsspecifika riktvärden bedöms oacceptabla risker med avseende på människors hälsa och miljön föreligga för yttlig jord. Oacceptabla risker bedöms även kunna föreligga för människors hälsa för djup jord.

Även vid jämförelse mellan medelhalter i grundvattnet på området och beräknade platsspecifika riktvärden bedöms oacceptabla risker med avseende på människors hälsa och miljön föreligga. Dessutom har i fri fas påträffats i ett grundvattenrör.

Därmed krävs någon form av åtgärd för fyllnadsmassorna inom hela egenskapsområdet.

8. Åtgärdsstrategier

Eftersom det finns ett åtgärdsbehov inom området har en genomgång av åtgärdsstrategier gjorts nedan. Vid efterbehandling av förorenad mark kan olika metoder väljas för att minska risken för exponering och spridning av föroreningar. Aspekter som bör vara vägledande vid val av efterbehandlingsåtgärder är enligt Naturvårdsverket⁷:

- Efterbehandlingsåtgärderna bör reducera miljö- och hälsoriskerna så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt
- Åtgärderna bör vara av engångskaraktär
- Efterbehandlingsåtgärderna bör utformas så att den planerade framtida markanvändningen begränsas så lite som möjligt
- Kvarlämnas förorening bör skyddsåtgärder eftersträvas som reducerar riskerna i motsvarande mån eller som har motsvarande skyddseffekt som om massorna hade omhändertagits

De åtgärder som kan vara aktuella för behandling av jord är:

- Administrativa skyddsåtgärder
- Övervakad naturlig självrening
- Tekniska skyddsåtgärder
- Inneslutning
- In situ-behandling
- Schaktning med behandling på plats
- Schaktning med deponering eller behandling på annan plats
- Sortering

8.1 Administrativa skyddsåtgärder

Administrativa skyddsåtgärder kan innebära restriktioner avseende markanvändningen, som t ex instängsling av förorenade områden. Denna metod bedöms inte som lämplig då det aktuella området planeras att användas till bland annat bostäder och handel.

8.2 Övervakad naturlig självrening

Övervakad naturlig självrening innebär att naturligt förekommande markprocesser (till exempel biologisk nedbrytning, utspädning och förångning) reducerar föroreningshalterna i jorden. Metoden är mycket tidskrävande och inte tillämpbar inom det aktuella området.

⁷ Naturvårdsverket, 2009a: *Att välja efterbehandlingsåtgärd*. Rapport 5978, december 2009.

8.3 Tekniska skyddsåtgärder

Tekniska skyddsåtgärder skulle på områden som ska bebyggas kunna vara en möjlig metod. Exempel på detta kan vara täta och ventilerade husgrunder eller forcerad ventilation i byggnaderna. Dessa metoder accepteras dock inte av tillsynsmyndigheten (miljöförvaltningen i Göteborgs Stad) som enda lösning, men skulle kunna användas som en extra säkerhet vid byggnation.

Enligt Boverket ska ventilationssystem utformas för ett lägsta uteluftsflöde motsvarande 0,35 l/s/m² golvarea⁸. Projektering görs för installation av forcerad ventilation med ett flöde på 3,5 l/s och m² i de nya byggnaderna inom området. Den extra ventilationen ger en utspädningsfaktor som minskar halten förorening i inomhusluften och reducerar riskerna för människors hälsa.

Enligt radonundersökning⁹ klassas marken som högradonmark, vilket innebär att byggnaderna måste uppföras radonsäkert. Detta innebär att grunden till exempel kan förses med ett heltäckande radonmembran och lufttäta genomföringar. Det innebär att även annan inträngande porluft hindras från att tränga in i byggnaden.

8.4 Inneslutning

Inneslutning av förorening kan innebära exempelvis övertäckning, inneslutning eller stabilisering. Metoden innebär reduktion av föroreningarnas exponeringsvägar genom någon sorts övertäckning.

Inneslutning kan bedömas som ett möjligt åtgärdsalternativ med utgångspunkt från att riskerna bedöms vara större för yttlig jord jämfört med djup jord, vilket stämmer för det aktuella området.

Genom en åtgärd som övertäckning eller inneslutning minskas exponeringsvägarna för föroreningar i jorden vilket resulterar i att hälso- samt miljörisiker reduceras. Endast övertäckning innebär dock inte att intagsvägen ånga hindras, utan för det krävs en kombination med andra åtgärder, till exempel tekniska skyddsåtgärder eller inneslutning. En tät inneslutning för att hindra exponeringen av ånga skulle teoretiskt vara möjlig, men då det på området sannolikt kommer pålas mycket för samtliga byggnader bedöms denna metod inte som möjlig.

⁸ Boverket, 2008: *Regelsamling för byggande, BBR 2008. kap 6*. Boverket, juni 2008.

⁹ Ramböll, 2016: *Miljöteknisk markundersökning, Backa 170:1, Göteborg*. Ramböll Sverige AB. 2016-08-31.

8.5 **In situ-behandling**

Behandling av föroreningar på plats utan föregående uppgrävning kan innebära exempelvis konventionell jordtvätt, jordtvätt med tillsatser, biologisk behandling, termisk behandling eller geooxidation. Eftersom flera olika föroreningar har påträffats inom området kan det vara nödvändigt att använda flera olika metoder. In situ-behandling kan vara mycket tidskrävande och resultatet osäkert, vilket gör att denna metod inte bedöms vara ett alternativ för aktuellt område.

8.6 **Schaktning med behandling på plats**

Denna metod innebär uppschaktning av förorenade massor samt någon form av behandling av massorna på plats, exempelvis jordtvätt, biologisk behandling eller termisk behandling. På samma sätt som för in situ-behandling kan även denna metod vara tidskrävande och resultatet osäkert. Denna metod bedöms därför inte heller vara ett alternativ för området.

8.7 **Schaktning med deponering eller behandling på annan plats**

Den sista metoden innebär schaktning av förorenade massor samt deponering alternativt behandling av massorna på godkänd mottagningsanläggning. Genom bortschaktning av förorenade massor minskas föroreningshalterna i jorden, vilket resulterar i reduktion av hälso- och miljörisker på kort tid. Denna metod bedöms vara ett bra alternativ utifrån områdets läge, markens beskaffenhet och planerad exploatering.

8.8 **Sortering**

Fyllnadsmassor kan med fördel sorteras med avseende på större fraktioner som sten, betong, tegel och annat grövre material för att minska mängden massor som behöver transporteras till mottagningsanläggning för förorenad jord. Om dessa fraktioner bedöms vara opåverkade av föroreningar kan de eventuellt användas för återfyllnad.

Marken inom området fylldes ut under 1940-50-talet med bygg- och industriavfall av okänt ursprung. Fyllnadsmaterialet är därför heterogent med inslag av bland annat tegel, trä och porslin. Utsortering av detta material kan vara nödvändig innan deponering eller behandling, beroende på vilket åtgärdsalternativ som bedöms som lämpligast. Mottagare av förorenade massor kan exempelvis ställa krav på sortering.

Sortering av fyllnadsmassorna på plats kan utföras i kombination med schaktning och kan vara kostnadseffektivt då det sannolikt minskar mängden massor som behöver transporteras till mottagningsanläggning för förorenad jord.

9. Åtgärdsalternativ

I föregående avsnitt presenterades olika åtgärdsmetoder för områdets förorenade jord. Nedan görs en sammanställning av olika alternativ.

Åtgärdsalternativen i jord som beskrivs nedan är följande:

- Alternativ 0: Inga saneringsåtgärder
- Alternativ 1: Endast teknisk schakt
- Alternativ 2: Teknisk schakt + enskilda punkter
- Alternativ 3: Teknisk schakt + enskilda punkter + markmiljö till 1,5 m
- Alternativ 4: Schaktning av samtliga fyllnadsmassor

Samtliga schaktalternativ utförs i kombination med sortering om möjligt. För bedömning av åtgärdsalternativens måloppfyllelse i jord har beräknade plats-specifika riktvärden använts som mätbara åtgärds mål.

9.1 Åtgärdsalternativ 0: Inga saneringsåtgärder

Åtgärdsalternativ 0 eller nollalternativet innebär att inga saneringsåtgärder utförs inom planområdet.

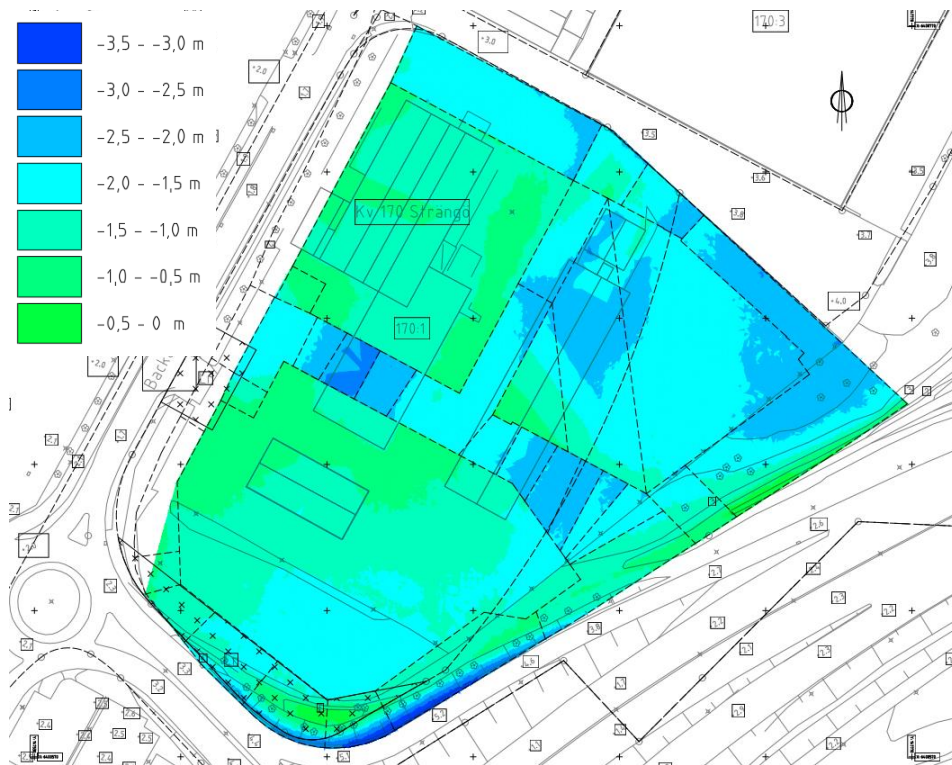
Med dagens markanvändning innebär det att hälso-, miljö- och spridningsrisker kan vara oacceptabla. Med den markanvändning som planeras för området enligt föreslagen detaljplan, kommer människor att bo och vistas inom området i en ökad utsträckning. Därmed ökar exponeringen för föroreningar. Med planerad markanvändning innebär det att hälso-, miljö- och spridningsriskerna är oacceptabla.

Om exploatering sker utan att efterbehandlingsåtgärder vidtas kommer riskerna för människors hälsa och miljön att öka, på både kort och lång sikt. Nollalternativet bör för att minska hälsoriskerna medföra restriktioner mot exploatering av området samt administrativa skyddsåtgärder för att hindra dagens markanvändning. Vidare bör ett kontrollprogram med avseende på spridning av föroreningar sättas upp.

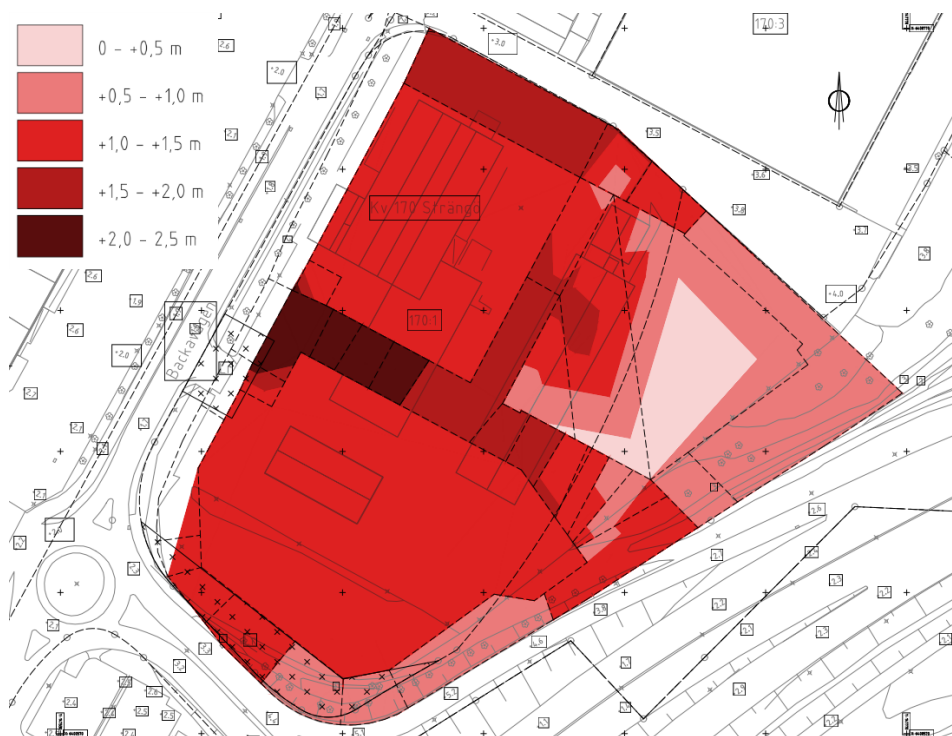
9.2 Åtgärdsalternativ 1: Endast teknisk schakt

Åtgärdsalternativ 1 innebär att en schaktsanering utförs i samma omfattning som teknisk schakt, vilket innebär schaktning ner till mellan ca +0,4m och +2,2m. Därefter återfylls området med godkända fyllnadsmassor eller lättfyllnad upp till nivåer mellan ca +2,5m och +3,0m, alternativt anläggs husgrund. Fyllnadens tjocklek varierar upp till 2,5 meter. Befintlig mark jämfört med planerad schaktbotten inom Backa 170:1 och Backa 788:574 visas i Figur 5 och Bilaga 1b. Planerad schaktbotten jämfört med färdig markyta inom samma område visas i Figur 6 och Bilaga 1c.

Alternativet innebär att förorenade fyllnadsmassor kommer att lämnas kvar inom området och det nya fyllnadsmaterialets mäktighet kommer att understiga en meter på vissa ställen. De övergripande och mätbara åtgärds målen uppfylls därmed inte för alternativ 1.



Figur 5. Befintlig mark jämfört med planerad schaktbotten inom Backa 170:1 och Backa 788:574.



Figur 6. Planerad schaktbotten jämfört med färdig markyta inom Backa 170:1 och Backa 788:574.

- 9.3 **Åtgärdsalternativ 2: Teknisk schakt + 1,0 m + enskilda punkter**
För åtgärdsalternativ 2 beaktas skydd av markmiljön ner till en meters djup. Alternativet innebär teknisk schakt med tillägg av schaktning till minst 1,0 meter under planerad markyta samt av djupare massor i de enskilda punkter där de platsspecifika riktvärdena med avseende på hälso- och spridningsrisker överskrids (enligt utförd provtagning samt kontrollprovtagning i schaktbotten efter utförd schakt). Alternativet innebär att de övergripande och mätbara åtgärds målen uppfylls.
- 9.4 **Åtgärdsalternativ 3: Teknisk schakt + 1,5 m + enskilda punkter**
För åtgärdsalternativ 3 beaktas skydd av markmiljön ner till 1,5 meter under markytan. Alternativet innebär teknisk schakt med tillägg av schaktning till minst 1,5 meter under planerad markyta samt av djupare massor i de enskilda punkter där de platsspecifika riktvärdena med avseende på hälso- och spridningsrisker överskrids (enligt utförd provtagning samt kontrollprovtagning i schaktbotten efter utförd schakt). Alternativet innebär att de övergripande och mätbara åtgärds målen uppfylls.
- 9.5 **Åtgärdsalternativ 4: Schakt av samtliga fyllnadsmassor**
Detta alternativ innebär att samtliga fyllnadsmassor inom området schaktas ur och transporteras till mottagningsanläggning. Återfyllnad sker med godkända massor. Några förorenade fyllnadsmassor kommer därmed inte att lämnas kvar inom området och de övergripande och mätbara åtgärds målen uppfylls.

10. Mängd- och kostnadsberäkningar

För att kunna beräkna mängder av föroreningsmassor samt kostnad för sanering av dessa har uppskattningar gjorts enligt nedan. För enskilda punkter vid alternativ 2 och 3 har uppskattningar gjorts utifrån i nuläget påträffade föroreningar.

10.1 Mängduppskattningar

Aktuell yta inom fastigheterna Backa 170:1 och Backa 788:574 är ca 22 000 m² och inom Backa 171:4 är ytan ca 5 000 m². Den totala ytan är därmed 27 000 m².

Den tekniska schakten inom Backa 170:1 och Backa 788:574 varierar i djup mellan 0,5 och 3,5 meter och uppskattas till ca 33 000 m³. Inom Backa 171:4 uppskattas den tekniska schakten till 6 000 m³, mellan 1 och 1,5 meters djup. Totalt uppskattas den tekniska schakten alltså till 39 000 m³.

Fyllnadsmassornas mäktighet inom området varierar mellan ca 1 och 4 meter. Utifrån genomförda markundersökningar har en uppskattning gjorts att genomsnittet är 2,5 meter. Vid åtgärdsalternativ 2 och 3 utförs teknisk schakt och dessutom schaktas ytterligare jord så att det fylls nya massor minst 1,0 resp. 1,5 meter under planerad markyta. Schaktning görs även av djupare jord där halterna i enskilda punkter överstiger de platsspecifika riktvärdena. Ytan för varje enskild punkt uppskattas till 200 m² och schaktdjupet har bedömts utifrån utförda markundersökningar.

I Tabell 3 redovisas uppskattningar av area och beräknad mängd förorenade massor som behöver schaktas bort vid de olika åtgärdsalternativen.

Tabell 3. Uppskattad area, mäktighet och mängd av förorenade massor för schaktning vid de olika åtgärdsalternativen. Mäktigheten anger uppskattat snitt över området.

Alternativ	Område	Area (m ²)	Mäktighet (m)	Mängd (m ³)	Mängd totalt (m ³)
0	Hela området	0	0	0	0
1	Hela området	27 000	1,5	39 000	39 000
2	Hela området	27 000	1,5	39 000	44 000
	Delområde*	5 000	0,5	2 500	
	Enskilda punkter	2 500	1,0	2 500	
3	Hela området	27 000	1,5	39 000	50 500
	Delområde**	18 500	0,5	9 000	
	Enskilda punkter	5 000	0,5	2 500	
4	Hela området	27 000	2,5	67 500	67 500

*Område där planerad fyllnad understiger 1,0 m

**Område där planerad fyllnad understiger 1,5 m

10.2

Kostnadsberäkningar

En kalkyl av kostnaderna för att utföra schakt och omhändertagande på extern mottagningsanläggning kräver ett antal antaganden. Flera av dessa är förknippade med osäkerheter. En uppskattning har ändå gjorts, vilken omfattar schaktning av förorenade massor, transporter samt mottagning av förorenade massor.

Hantering och rening av länshållningsvatten kommer med stor sannolikhet att behöva utföras då föroreningar har påträffats under grundvattenytan. Kostnader för detta har inte uppskattats i denna rapport. Uppskattningarna omfattar inte heller återfyllnad, miljökontroll samt tillsynskostnader. Dessutom kommer förstärkningsåtgärder, så som exempelvis spontning, krävas om schakt ska utföras till större djup. Kostnad för dessa åtgärder har inte heller inkluderats.

10.2.1

Schaktning

För schaktning av jord utan föroreningar (<KM) uppskattas priset till 35 kr/m³. För saneringsschakt uppskattas kostnaden till 90 kr/m³. Priserna har inhämtats från lokala markentreprenörer och anger kostnad för grovschakt. Ytterligare arbetskostnader tillkommer för exempelvis detaljschakt och stabilisering av schaktväggar, speciellt vid åtgärdsalternativ 4.

I Tabell 4 redovisas uppskattade kostnader för schaktning vid de olika åtgärdsalternativen. Även kostnaden för teknisk schakt om massorna hade varit rena (<KM) redovisas.

Tabell 4. Uppskattad kostnad för schaktning vid de olika åtgärdsalternativen.

Alternativ	Mängd (m ³)	Pris (kr/m ³)	Kostnad (miljoner kr)
Teknisk schakt <KM	39 000	35	1,4
1	39 000	90	3,5
2	44 000	90	4,0
3	50 500	90	4,5
4	67 500	90	6,1

10.2.2

Transport och mottagning av förorenade massor

Kostnaden för avlämning på mottagningsanläggning är beroende av massornas föroreningsinnehåll, vilket vanligen klassificeras i tre klasser:

1. KM-MKM, halter mellan generella riktvärden för KM och MKM¹⁰
2. MKM-FA, halter mellan generella riktvärden för MKM och haltgränser för farligt avfall¹¹
3. >FA, halter som överstiger haltgränser för farligt avfall

I Tabell 5 redovisas föroreningsinnehållet inom hela planområdet i jämförelse mot de generella riktvärdena för KM och MKM samt Avfall Sveriges haltgräns för FA.

Tabell 5. Massornas föroreningsinnehåll inom planområdet (UCLM₉₅ samt medelhalt) i jämförelse mot Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM och MKM samt Avfall Sveriges haltgräns för FA.

		UCLM95	Medel	KM	MKM	FA
Arsenik, As	mg/kg TS	20	12	10	25	1 000
Barium, Ba	mg/kg TS	672	377	200	300	50 000
Kadmium, Cd	mg/kg TS	28	7	0,8	12	1 000
Kobolt, Co	mg/kg TS	13	10	15	35	1 000
Koppar, Cu	mg/kg TS	354	191	80	150	2 500
Krom, Cr	mg/kg TS	739	353	80	200	10 000
Kvicksilver, Hg	mg/kg TS	0,62	0,42	0,25	2,5	50
Nickel, Ni	mg/kg TS	40	28	40	120	1 000
Bly, Pb	mg/kg TS	2896	803	50	400	2 500
Vanadin, V	mg/kg TS	51	36	100	200	10 000
Zink, Zn	mg/kg TS	1962	1095	250	500	2 500
Bensen	mg/kg TS	0,15	0,06	0,012	0,04	1 000
Toulen	mg/kg TS	0,32	0,11	10	40	1 000
Etylbensen	mg/kg TS	0,14	0,06	10	50	1 000
Xylen	mg/kg TS	0,62	0,24	10	50	1 000
alifater >C8-C10	mg/kg TS	31	11	25	120	700
alifater >C10-C12	mg/kg TS	92	43	100	500	1 000
alifater >C12-C16	mg/kg TS	327	137	100	500	10 000
alifater >C16-C35	mg/kg TS	2242	955	100	1000	10 000
aromater >C8-C10	mg/kg TS	24	8	10	50	1000
aromater >C10-C16	mg/kg TS	270	85	3	15	1000
aromater >C16-C35	mg/kg TS	97	28	10	30	1000
PAH, summa L	mg/kg TS	50	15	3	15	1 000
PAH, summa M	mg/kg TS	204	63	3,5	20	1 000
PAH, summa H	mg/kg TS	76	28	1	10	50

För prisuppskattningen antas samtliga massor klassas som MKM-FA-massor enligt medelhalten. När massorna ska bortskaffas ska avstämning med mottagaren ske för att korrekt pris ska erhållas.

¹⁰ Naturvårdsverket, 2009b: *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning*. Rapport 5976, september 2009 (reviderad juni 2016).

¹¹ Avfall Sverige, 2019: *Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor*. Rapport 2019:01.

För transport av förorenad jord till mottagningsanläggning (ca 10 km enkel resa) samt mottagning av massorna uppskattas priset till 340 kr/ton. För transport (ca 8 km enkel resa) och mottagning av jord utan föroreningar uppskattas kostnaden till 94 kr/ton. Priserna har inhämtats från lokala markentreprenörer.

I Tabell 6 redovisas mängden massor för varje åtgärdsalternativ samt uppskattad kostnad för transport och mottagning. Även kostnaden för teknisk schakt om massorna hade varit rena (<KM) redovisas. För uppskattning av mängden massor i ton antas massornas densitet vara 1,8 ton/m³.

Tabell 6. Uppskattad kostnad för transport och mottagning av massor vid de olika åtgärdsalternativen.

Alternativ	Mängd (ton)	Pris (kr/ton)	Kostnad (miljoner kr)
Teknisk schakt <KM	70 000	94	6,6
1	70 000	340	23,8
2	79 000	340	26,9
3	91 000	340	30,9
4	121 500	340	41,3

10.2.3

Sammanställning av kostnader

I Tabell 7 redovisas en sammanställning av uppskattade kostnader för schaktning, transporter och mottagning av förorenade massor. I kolumnen för saneringskostnad anges den totala kostnaden minus kostnaden för teknisk schakt om inga föroreningar hade funnits i jorden, alltså det arbete som hade behövts utföras om området inte hade varit förorenat.

Tabell 7. Sammanställning av kostnader vid de olika åtgärdsalternativen (angett i miljoner kronor).

Alternativ	Schaktning	Transport och mottagning	Total kostnad	Saneringskostnad
Teknisk schakt <KM	1,4	6,6	8,0	-
1	3,5	23,8	27,3	19,3
2	4,0	26,9	30,9	22,9
3	4,5	30,9	35,4	27,4
4	6,1	41,3	47,4	39,4

11. Riskvärdering

För att identifiera det mest lämpade åtgärdsalternativet har en riskvärdering utförts. I riskvärderingen jämförs åtgärdsalternativen med avseende på bland annat ekonomiska, miljömässiga och tekniska konsekvenser. Samtliga bedömningsgrunder för riskvärdering har sammanställts i en riskvärderingsmatris, vilken redovisas i Bilaga 2.

11.1 Riskreduktion

Värdering görs utifrån bedömd riskreduktion och vilka risker som kvarstår efter åtgärd. En hög grad av riskreduktion ger en bra värdering, en lägre grad av riskreduktion värderas lägre.

Nollalternativet bedöms inte uppfylla åtgärdsmålen för hälsa eller miljö. Stora risker kommer att kvarstå inom området för detta alternativ. Även för åtgärdsalternativ 1 bedöms oacceptabla risker kvarstå, men inte i lika stor omfattning som vid nollalternativet. För alternativ 2, 3 och 4 bedöms inga oacceptabla risker kvarstå.

11.2 Måluppfyllelse

För måluppfyllelse görs värdering av i vilken grad föreslagna övergripande och mätbara åtgärds mål uppnås. De övergripande åtgärds målen innefattar att människor ska kunna vistas i bostäder dygnet runt samt i handels- och kontorslokaler under arbetstid utan risk för sin hälsa. Det ska även vara möjligt att utföra markarbeten utan oacceptabel risk för människors hälsa eller miljön och skyddet av markmiljön ska säkerställa att den markfunktion som krävs kan upprätthållas. Dessutom ska föroreningsbelastningen på Kvillebäcken samt Göta Älv genom utläckage från området inte vara oacceptabelt stor.

Målen uppnås inte för nollalternativet eller alternativ 1 då förorenade massor över de mätbara åtgärds målen lämnas kvar och oacceptabla risker då finns kvar för människors hälsa och miljön.

För alternativ 2 och 3 uppfylls åtgärds målen helt. Riskerna för människors hälsa i bostäder dygnet runt samt i handels- och kontorslokaler under arbetstid bedöms som acceptabla när enskilda punkter med påträffade föroreningar i djup jord tas bort. Skyddet av markmiljön bedöms som tillräckligt vid planerad markanvändning. Risker för spridning till recipienter samt vid markarbeten i framtiden inom området bedöms som acceptabla.

Även för alternativ 4 uppfylls målen helt då samtliga förorenade fyllnadsmassor tas bort från området.

11.3 Långtidsverkan och beständighet

För långtidsverkan och beständighet görs värdering av om åtgärden är av engångskaraktär eller om det kommer att krävas kompletterande åtgärder.

För nollalternativet värderas långtidsverkan som dålig eftersom stora mängder föroreningar lämnas kvar inom området. Alternativ 1 värderas som måttlig då en stor mängd förorenade massor tas bort, men föroreningar lämnas även kvar. Alternativ 2, 3 och 4 värderas som mycket bra eftersom de förorenade fyllnadsmassorna tas bort från området.

11.4 **Risker under åtgärd**

Risker under åtgärd innefattar risker för människors hälsa under efterbehandlingen samt miljörisker, exempelvis spridning av förorening. Riskerna vid nollalternativet värderas som obefintliga då ingen åtgärd utförs. Riskerna vid alternativ 1-3 värderas som små då schaktning är vanligt förekommande och risker vid genomförandet bedöms kunna hanteras med normala skyddsåtgärder.

Riskerna vid alternativ 4 värderas som måttliga på grund av att mer omfattande schaktning krävs till större djup, troligtvis med en omfattande länshållning och behov av skyddsåtgärder så som spontning för att klara geotekniska förhållanden. Tunga transporter på vägarna runt området medför risk för ras om otillräckliga skyddsåtgärder utförs.

Risker under transporter av förorenade massor har inte beaktats vid riskvärderingen.

11.5 **Efterkontroll**

För alternativ 0 och 1 lämnas förorenade massor kvar inom området, vilket gör att kontrollprogram bör upprättas för grundvatten för att kontrollera eventuell spridning av föroreningar.

Vid alternativ 1 bör även kontrollprogram för inomhusluft tas fram för hela området för att säkerställa att eventuella föroreningar från mark eller grundvatten inte påverkar luften i byggnaderna inom området. Vid alternativ 2-4 bör kontrollprogram för inomhusluft tas fram för den befintliga byggnaden inom Backa 171:4.

Efterkontrollen bedöms därmed som måttlig för alternativ 0 och 1 samt liten för alternativ 2, 3 och 4.

11.6 **Resursförbrukning**

Efterbehandlingsåtgärder med schaktning innebär uppgrävning och lastning av massor samt transporter av massorna från området. Aktuella mottagningsanläggningar är belägna minst 10 km från planområdet. Efter efterbehandlingen krävs dessutom tillförande av nya massor, vilket innebär ytterligare transporter samt användning av grävmaskiner m.m. Arbetet kommer därmed att generera utsläpp av bland annat koldioxid, kväveoxider och PAH. Enligt SGF:s beräkningsverktyg för växthusgasutsläpp¹² genererar en transport med tung lastbil med släp till mottagningsanläggning 10 km från området ett utsläpp av 24 kg CO_{2ekv} (1200 g/km).

¹² SGF, 2019: *Carbon footprint från efterbehandling och andra markarbeten*. Beräkningsverktyg, Svenska Geotekniska Föreningen.

I Tabell 8 redovisas mängden koldioxid som släpps ut vid transporter till mottagningsanläggningar 10 respektive 70 km från området. I beräkningen antas att återresan sker med tomt ekipage.

Resursförbrukningen vid nollalternativet är ingen, då inget arbete utförs. För alternativ 1, 2 och 3 bedöms resursförbrukningen som medelstor och för alternativ 4 som stor.

Tabell 8. Mängden CO_{2ekv} som släpps ut vid transporter med tung lastbil med släp till mottagningsanläggning 10 resp. 70 km från området vid beräknad mängd förorenade massor.

Alternativ	Mängd massor (ton)	Antal transporter	Mängd CO _{2ekv} (kg)	
			Transport 20 km	Transport 140 km
1	70 000	2 300	55 200	386 400
2	79 000	2 600	62 400	437 000
3	91 000	3 000	72 000	504 000
4	121 500	4 000	96 000	672 000

11.7

Acceptans

Slutligen görs värdering av acceptansen med avseende på samtliga inblandade parter (kommun, länsstyrelse och exploatörer). Det finns ingen acceptans för nollalternativet eller alternativ 1 på grund av att det finns kvarstående risker för hälsa och miljö. För alternativ 2 och 3 värderas acceptansen som hög då riskerna för hälsa och miljö bedöms vara acceptabla samtidigt som kostnaderna är rimliga. För alternativ 4 värderas acceptansen som måttlig på grund av att de höga kostnaderna och resursförbrukningen inte motiveras av miljönyttan.

11.8

Sammanvägd riskvärdering

Nollalternativet bedöms inte vara lämpligt att genomföra då stora mängder föroreningar skulle lämnas på platsen. Risker skulle då kvarstå som är oacceptabla med dagens markanvändning och en exploatering skulle inte vara möjlig.

Även vid alternativ 1 lämnas kvarstående risker för människors hälsa och miljön och alternativet uppfyller därmed inte åtgärds målen. Acceptansen för detta alternativ är låg och åtgärderna bedöms inte som lämpliga för området.

Inte heller alternativ 4 bedöms vara lämpligt då resursförbrukningen och kostnaden skulle bli mycket stor. Saneringskostnaderna uppskattas till ca 40 miljoner kronor, men skulle troligtvis bli ännu dyrare på grund av bland annat komplicerade schakt, stabilisering och omfattande länshållning. Dessutom tillkommer kostnad för återfyllnad, miljökontroll samt tillstånd/beslut.

Miljöbalkens allmänna hänsynsregler (2 kap. 7 §) säger att särskild hänsyn ska tas till nyttan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder. Miljönyttan av en skyddsåtgärd ska alltså vara rimlig i proportion till kostnaden för åtgärden. Kostnaden och resursförbrukningen för att ta bort samtliga fyllnadsmassor bedöms inte som rimliga i jämförelse med den miljönyttan som uppnås.

Utifrån resultaten i riskvärderingen bedöms åtgärdsalternativ 2 och 3 vara lämpliga att genomföra. Alternativen är relativt likvärdiga, de reducerar risken för människors hälsa och miljön samt uppfyller de mätbara åtgärdsmålen. Det som skiljer åtgärdsalternativen åt är att för alternativ 2 beaktas markmiljön ner till 1 meters djup och för alternativ 3 ner till 1,5 meters djup under planerad markyta.

Skyddet av markmiljö syftar till att tillgodose att marken kan erbjuda en miljö där ett fungerande markekosystem kan upprätthållas samt att markekosystemet upprätthåller ekosystemfunktioner för livet ovan jord. De massor som kommer att användas som ny fyllning kommer att bestå antingen av lättfyllnad som exempelvis cellplast eller skumglas, alternativt av grovt krossmaterial (beroende av geotekniska krav). I dessa material finns inga eller väldigt begränsade förutsättningar för etablering av nytt ekologiskt liv. Dagvattnet kommer att omhändertas i ett slutet system med mycket begränsade möjligheter för infiltration. Detta innebär att marken >1 meter under planerad markyta kommer att vara kraftigt påverkad av att ytmarken är hårdgjord/utbyt看 eftersom infiltrationen blir liten och det i ytligare jordmaterial inte finns förutsättningar för ekologiskt liv. Även om massor schaktas bort som kan innebära att skydd av markmiljö inte uppnås så är ersättningsmassorna inget alternativ för att få ett fungerande markekosystem. Miljönyttan avseende skydd av markmiljö blir därmed obefintlig eftersom återfyllningsmassorna inte medför ett fungerande markekosystem.

Uppskattad saneringskostnad för alternativ 2 och 3 är 22,9 respektive 27,4 miljoner kronor. Differensen mellan kostnaderna är 4,5 miljoner kronor. Skillnaden i utsläpp av CO_{2ekv} är 10 ton vid transport till mottagningsanläggning 20 km från området och 67 ton vid mottagningsanläggning 70 km från området. Den högre kostnaden tillsammans med den större resursförbrukningen bedöms inte vara motiverad av den erhållna miljönyttan.

Det åtgärdsalternativ som bedöms vara lämpligast är därmed alternativ 2. Som mätbara åtgärds mål föreslås platsspecifika riktvärden som inte tar hänsyn till skydd av markmiljö under 1 meters djup under planerad marknivå.

12. Genomförande

12.1 Schaktning

Den vanligaste åtgärden vid en sanering av ett förorenat område i mark är schaktning. Vid schaktning används grävmaskin för att schakta upp de förorenade massorna. Därefter transporteras jorden till en mottagningsanläggning med tillstånd att omhänderta massorna för vidare behandling eller deponering.

12.2 Återfyllnad

Vid en sanering skapas ett behov av massor för återfyllning. Krav behöver ställas på återfyllnadsmassor både vad gäller acceptabelt innehåll av föroreningar och tekniska egenskaper. Rimliga krav vid återanvändning av fyllnadsmassor är att halterna ska ligga under tillämpliga platsspecifika riktvärden. Vid användning av externa massor ska halterna understiga KM. Jord är en resurs och användning av massor upp till halter motsvarande riktvärdet för KM medför ingen risk eftersom platsen har platsspecifika riktvärden som är lika eller ligger över riktvärdet KM. Att nyttiggöra massor med halter upp till KM nyttiggör en resurs som annars kanske inte skulle kunna användas.

Kostnaden för att köpa in fyllnadsmassor kan bli betydande och det krävs mycket transporter vilket innebär en miljöbelastning. Om möjlighet finns till omdisposition av befintliga massor inom fastigheten är detta ett bra alternativ istället för inköp. I aktuellt fall bedöms det inte finnas möjlighet till återanvändning av massor inom området, p.g.a. höga föroreningshalter och fyllningens tekniska egenskaper.

12.3 Myndigheter

I god tid innan åtgärd påbörjas ska nödvändiga tillstånd från berörd myndighet ha erhållits. En anmälan krävs enligt § 28, Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, SFS 1998:899. Det är förbjudet att utan anmälan till tillsynsmyndigheten vidta efterbehandlingsåtgärd i förorenade områden om åtgärden kan medföra ökad risk för spridning eller exponering av föroreningarna och där denna risk inte bedöms som ringa. Schaktning inom området innebär ökad risk vilket innebär att en saneringsanmälan krävs innan schaktarbete kan påbörjas.

Enligt Plan- och bygglagen krävs marklov för uppläggning av urgrävda massor i upplag inom detaljplanelagt område för schaktning och fyllning som avsevärt ändrar höjder i området om inget annat anges i planen. Att tillfälligt lägga upp massor i väntan på borttransport är tillåtet utan särskilda tillstånd eller anmälningar.

Enligt Miljöprövningsförordningen (2013:251) krävs en anmälan alternativt tillstånd för mellanlagring av massor. Transporter för yrkesmässig trafik av både farligt eller icke farligt avfall krävs tillstånd av Länsstyrelsen enligt Avfallsförordningen (2011:927). Tillståndet innehas av transportören som anlitas men den som överlämnar farligt avfall till en transportör är skyldig att kontrollera dennes tillstånd samt att mottagaren av avfallet har de nödvändiga tillstånden. För varje transport med farligt avfall ska upprättas ett dokument som bland annat beskriver typ av avfall samt mängd.

Om externa överskottsmassor ska användas vid återfyllning av schakter i samband med exploatering inom Backaområdet kommer en anmälan krävas för *användning av icke-farligt avfall för anläggningsändamål på ett sätt som kan förorena mark, vattenområde eller grundvatten, där föroreningsrisken är ringa* enligt 29 kap 35 § Miljöprövningsförordning (2013:251), verksamhetskod C 90.141.

12.4 **Miljökontroll – klassning av massor**

I samband med schaktarbetet ska en miljökontrollant närvara.

Inom hela planområdet bedöms massorna vara relativt väl utredda och en klassning av massor bedöms kunna göras utgående från genomförd provtagning. Klassning kan göras utifrån den representativa halten (medelhalt) för samtliga fyllnadsmassor i jämförelse med Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM och MKM samt Avfall Sveriges haltgränser för FA (se Tabell 5). Samtliga massor som körs bort från området bör kunna klassas som MKM-FA massor, men föroreningshalterna behöver stämmas av med aktuell mottagningsanläggning innan transport så att de sorteras enligt mottagningsanläggningens redovisningskrav till tillsynsmyndigheten.

12.5 **Skyddsåtgärder**

Risker i samband med att åtgärderna utförs kan hanteras med normala skyddsåtgärder. Risken för allmänheten att komma i kontakt med förorenad jord kan reduceras med stängsel runt arbetsområdet. Risken för yrkesarbetares kontakt med förorenad jord kan reduceras med lämpliga arbetsmetoder, lämplig skyddsutrustning och bra möjligheter till rengöring. Det är viktigt att personal som arbetar inom området vid saneringen genomgår utbildning om förorenings-situationen och de risker den medför.

Risken för damning kan reduceras genom t.ex. vattenbegjutning av schakter samt att lastbilsflak täcks vid behov. Inandning av ånga kan reduceras genom arbetssätt och andningsskydd. Risken för ökad urlakning och spridning i samband med åtgärderna bedöms som små.

Olja i fri fas har påträffats i ett grundvattenrör inom Backa 170:1. Utifrån uppmätta halter i jorden finns risk för alifater, aromater och PAH i fri fas. Vid schaktning i dessa områden kan särskilda skyddsåtgärder krävas.

Vid schaktning ska man vara uppmärksam på avvikande lukt och utseende, eftersom det inte kan uteslutas att det kan finnas högre halter av föroreningar i punkter eller delar av områden som inte undersökts eller att det förekommer ämnen eller föroreningar som inte analyserats.

12.6

Länshållning

Grundvattennivån har uppmätts till mellan ca 0,5 och 2,4 meter under befintlig markyta, vilket innebär att schaktning under grundvatten kan komma att ske. Vid schakt under grundvattenytan krävs i regel åtgärder för att förhindra att grundvatten fylls på i det urschaktade området, t.ex. länshållning. Om schaktning sker i samband med regn kan länshållning också bli aktuell.

Vid länshållning i ett förorenat område kan grundvattnet dras mot schakten genom pumpning. Detta gör att förorening från schaktområdet inte sprids mot omkringliggande grundvatten vid saneringen eftersom grundvattengradienten lokalt kommer att riktas mot pumpen.

Vid pumpning av grundvatten måste bedömning av risk för grundvattensänkning utföras och huruvida grundvattensänkning kan påverka omkringliggande byggnader/konstruktioner. Anmälan och/eller tillstånd enligt miljöbalken kan krävas.

All hantering av vatten ska utföras på sådant sätt att grumling och förorening av ytvatten begränsas. Lämpliga åtgärder kan vara att låta vattnet renas med både sedimentering och kolfilter innan det släpps till dagvattennätet. Vatten från länshållning ska kontrolleras genom provtagning innan avledning. Länsvatten kan även, efter överenskommelse med tillsynsmyndigheten, släppas för att infiltrera på lämplig yta inom arbetsområdet, vilket hindrar grumlig och ger en rening av länsvattnet innan det når ytvattenrecipienten.

Om schaktning ska ske under grundvattenytan ska behovet av tillstånd för vattenverksamhet utredas. Detsamma gäller vid pumpning eller rening av grundvatten, om det inte är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas. Ibland räcker det med anmälan om vattenverksamhet men då krävs att högst 1000 m³ ytvatten per dygn bortleds från ett annat vattenområde än vattendrag, dock högst 200 000 m³ per år, eller utförande av anläggning för detta. Anmälan och tillstånd ska vara skriftliga och lämnas in till Länsstyrelsen.

13. Förslag till mätbara åtgärds mål

Mätbara åtgärds mål tas fram i syfte att uppnå en acceptabel risknivå efter en eventuell sanering. Människor ska kunna bo och vistas i området utan risk för hälsan och området ska efter utförda åtgärder inte utgöra någon risk för miljön.

Utifrån valt åtgärdsalternativ 2 förslås platsspecifika riktvärden för skydd av människors hälsa och miljön med ett skydd av markmiljö ner till 1 meter under planerad markyta.

I Tabell 9 redovisas en sammanställning av de platsspecifika riktvärden som beräknats för Bostäder och Handel/kontor på olika djup. Angivna värden är det lägsta av de två framräknade platsspecifika riktvärdena (hälsobaserade/-miljöbaserade) för varje ämne med undantag för riktvärdet för arsenik som styrs av bakgrundshalten för Bostäder yttlig jord samt riktvärden för nickel och zink som anpassats till Avfall Sveriges haltgränser för FA¹³ när det gäller djup jord. Eftersom område med bostäder även innefattar handel och/eller kontor i markplan har justeringar även gjorts i de fall där riktvärdena för Handel/kontor understiger Bostäder på samma djup. För de mätbara åtgärds målen för Bostäder gäller därmed riktvärden för Handel om de är lägre.

¹³ Avfall Sverige, 2019.

Tabell 9. Mätbara åtgärds mål - Sammanställning av platsspecifika riktvärden för Backa 170:1 m.fl. Halter i mg/kg. I kolumnen till höger om varje riktvärde uppges vad som är styrande för riktvärdet, se förklaring nedanför tabellen.

	Bostäder ytlig jord 0-1 m		Bostäder djup jord > 1 m		Handel/kontor ytlig jord 0-1 m		Handel/kontor djup jord > 1 m	
Arsenik	10	b	100	j	25	j	100	j
Barium	300	m	40 000	j	300	m	44 000	y
Kadmium	9,3	j	15	y	12	m	15	y
Kobolt	35	m	220	y	35	m	220	y
Koppar	200	m	2 200	y	200	m	2 200	y
Krom	150	m	1 700	y	150	m	1 700	y
Kviksilver	0,31	å	0,66	å	0,31	å	0,66	å
Nickel	120	m	1 000	F	120	m	1 000	F
Bly	150	j	600	j	400	m	600	j
Vanadin	200	m	1 800	y	200	m	1 800	y
Zink	500	m	2 500	F	500	m	2 500	F
Bensen	0,23	å	0,48	å	0,23	å	0,48	å
Toulen	24	å	50	å	24	å	50	å
Etylbensen	50	m	210	y	50	m	210	y
Xylen	21	å	45	å	21	å	45	å
Alifater >C8-C10	32	å	62	å	32	å	62	å
Alifater >C10-C12	270	å	580	å	270	å	580	å
Alifater >C12-C16	500	m	1 000	f	500	m	1 000	f
Alifater >C16-C35	1 000	m	2 500	f	1 000	m	2 500	f
Aromater >C8-C10	50	m	230	å	50	m	230	å
Aromater >C10-C16	15	m	500	f	15	m	500	f
Aromater >C16-C35	40	m	95	y	40	m	95	y
PAH L	15	m	500	f	15	m	500	f
PAH M	40	m	250	f	40	m	250	f
PAH H	5,6	j	50	f	10	m	50	f

Hälsa

j=intag av jord

h=hudkontakt jord/damm

d=inandning damm

å=inandning ånga

Miljö

m=skydd av markmiljö

y=skydd av ytvatten

f=fri fas

Övrigt

b=bakgrundshalt

F=Avfall Sveriges haltgräns för farligt avfall

14. Rekommendationer

Utgående från genomförd utredning rekommenderas att efterbehandlingsåtgärder utförs inom planområdet eftersom planerad markanvändning kan innebära oacceptabla risker, i enlighet med åtgärdsutredningen ovan.

14.1 Åtgärder för jord

Följande åtgärder föreslås för jorden inom aktuellt område.

- Saneringsåtgärd i enlighet med föreslaget alternativ 2 i åtgärdsutredningen. Åtgärdsalternativ 2 innebär teknisk schakt med tillägg av schaktning till minst 1,0 meter under planerad slutlig markyta samt av djupare massor i de enskilda punkter där de platsspecifika riktvärdena med avseende på hälso- och spridningsrisker överskrids (enligt utförd provtagning samt kontrollprovtagning i schaktbotten efter utförd schakt). Metodik för den verifierande provtagningen beskrivs i saneringsanmälan.
- Om föroreningar påträffas utanför planerat saneringsområde eller saneringsdjup ska dessa tas bort på samma sätt som för planerad saneringsschakt.
- För att om möjligt minska mängden massor som behöver transporteras till mottagningsanläggning kan utsortering av grövre material utföras på plats vid saneringen.
- En anmälan ska göras till tillsynsmyndigheten inför planerad åtgärd på fastigheten. Eventuella schaktarbeten innan åtgärden ska anmälas till tillsynsmyndigheten.
- I framtiden ska schakter på djup större än 1 m under markytan anmälas.
- Vid ny dragning av ledningsstråk samt schakt i äldre ledningstråk bör förorenade massor från området inte återanvändas vid återfyllnad av schakten. Detta för att undvika spridning samt undvika sammanblandning av förorenade och rena massor.

14.2 Tekniska skyddsåtgärder

För att säkerställa att eventuella kvarvarande föroreningar i porluft inte påverkar inomhusluften inom området ses det som lämpligt att nya byggnader uppförs radonsäkert samt med forcerad ventilation.

14.3 **Kontrollprogram inomhusluft**

Under den byggnad som inte rivs inom Backa 171:4 finns inga möjligheter att avlägsna någon jord. För att kontrollera eventuella förhöjda halter i inomhusluften rekommenderas att prover uttas för att säkerställa att de verkliga förhållandena inte innebär en oacceptabel risk. För detta ändamål bör ett kontrollprogram för provtagning av inomhusluft utformas här.

14.4 **Övrigt**

En åtgärdsutredning är en iterativ process och då utformningen av området inte är helt fastställd bör åtgärdsutredningen ändras utgående från att förutsättningar för området fastställts. Detta för att det bästa åtgärdsalternativet ska kunna identifieras för området ur ekonomiska, socio-kulturella, miljömässiga och tekniska aspekter.

Referenser

Avfall Sverige, 2019: *Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor*. Rapport 2019:01.

Boverket, 2008: *Regelsamling för byggande, BBR 2008. kap 6*. Boverket, juni 2008.

Naturvårdsverket, 2009a: *Att välja efterbehandlingsåtgärd*. Rapport 5978, december 2009.

Naturvårdsverket, 2009b: *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning*. Rapport 5976, september 2009 (reviderad juni 2016).

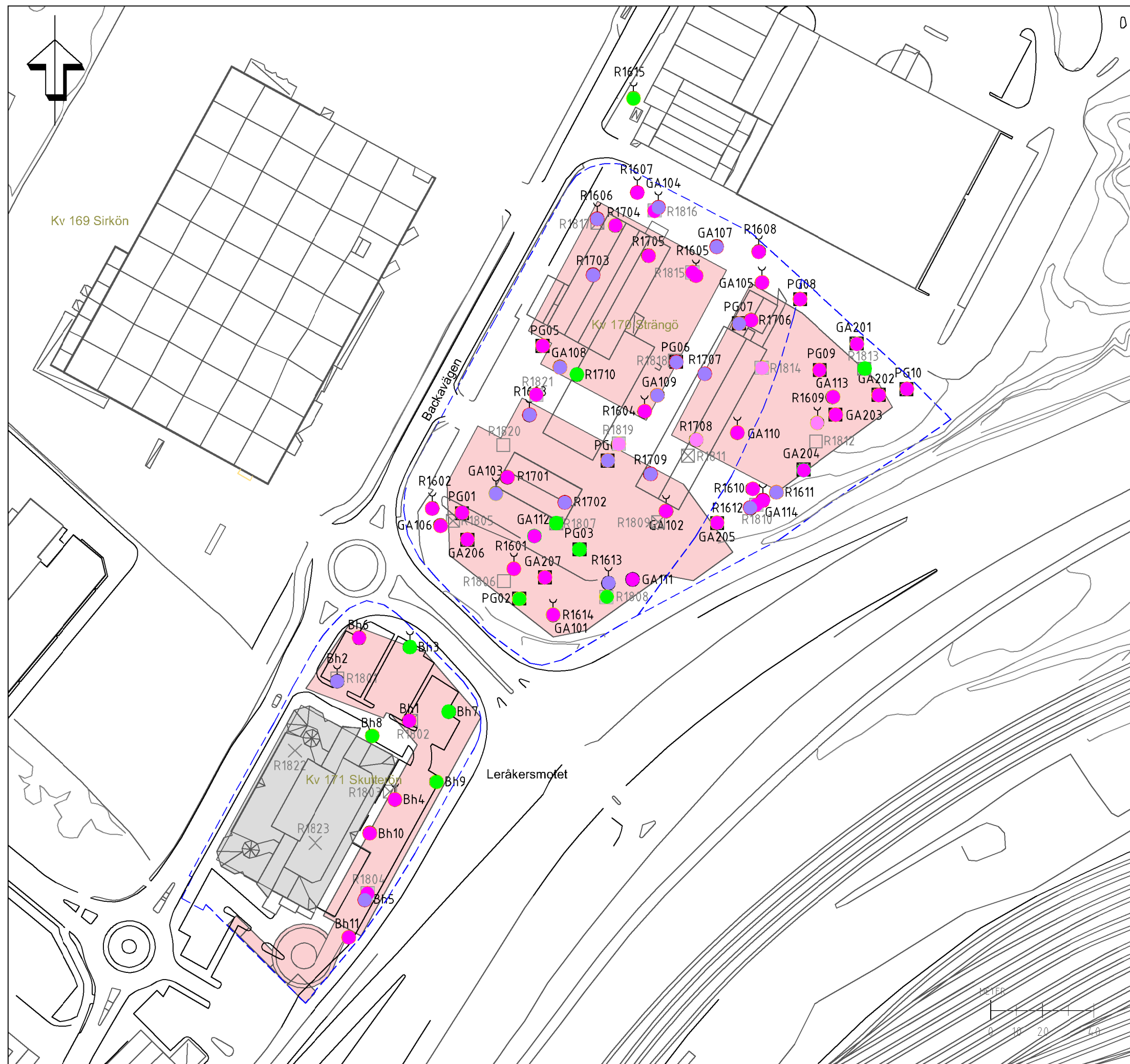
Ramböll, 2016: *Miljöteknisk markundersökning, Backa 170:1, Göteborg*. Ramböll Sverige AB, 2016-08-31.

Ramböll, 2019: *Platsspecifika riktvärden och riskbedömning, Backa 170:1 m.fl., Göteborg*. Ramböll Sverige AB, 2019-02-19.

SGF, 2019: *Carbon footprint från efterbehandling och andra markarbeten*. Beräkningsverktyg, Svenska Geotekniska Föreningen.

White arkitekter, 2015: *Volymstudie*. White arkitekter, 2015-04-13.

White arkitekter, 2017: *Programhandling*. White arkitekter, 2017-01-27.

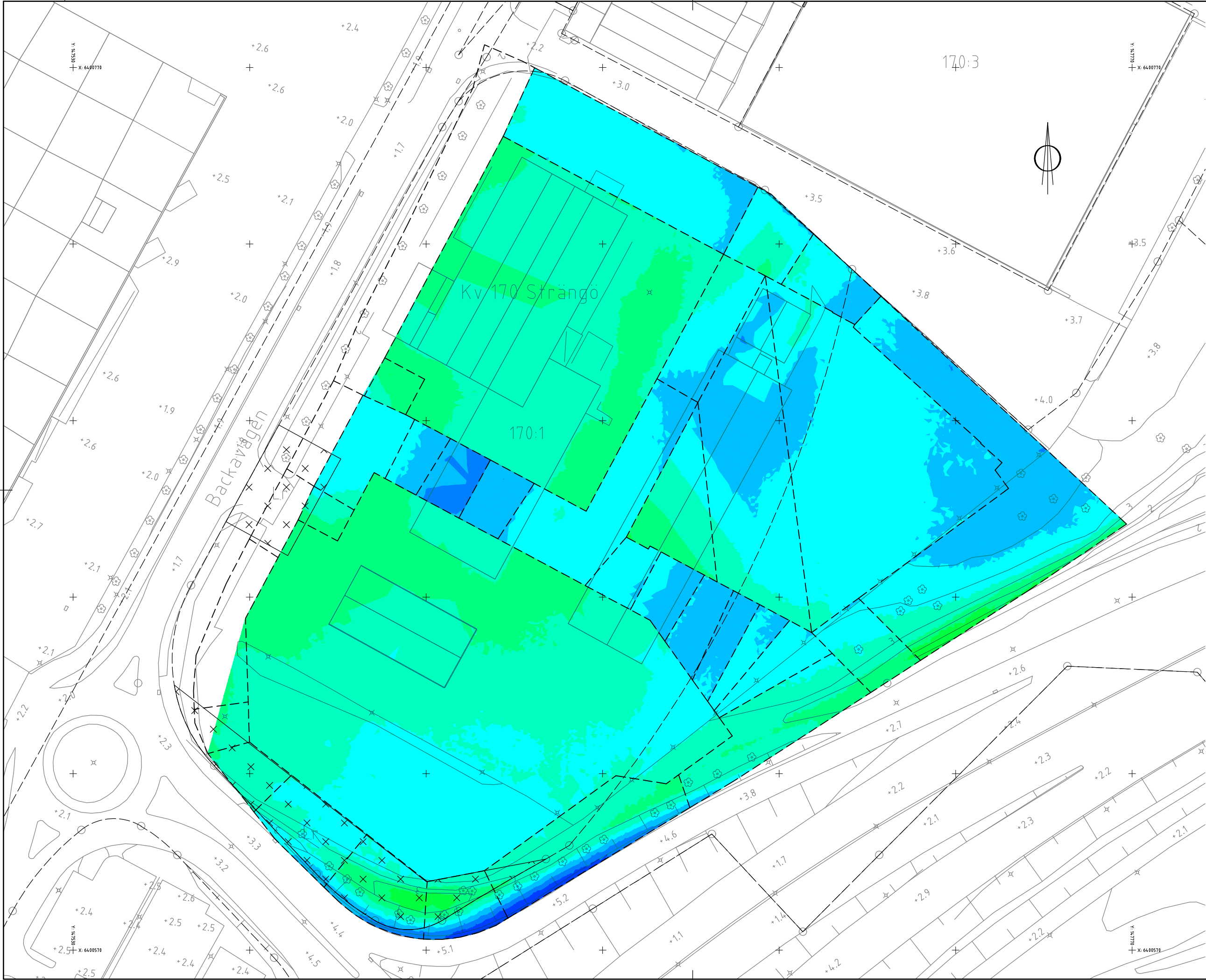


FÖRORENINGSHALTER

- <PSRV
- >PSRV Bostäder ytlig jord
- >PSRV Bostäder och Handel ytlig jord
- >PSRV Bostäder och Handel djup jord

- Befintlig byggnad
- Planerad byggnad

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
BACKA 170:1 M.FL., GÖTEBORG				
Ramböll Sverige AB Vädursgatan 6 Box 5343 402 27 Göteborg Tel 010-615 60 00 www.ramboll.se				
UPPDRAG NR 1320021896		RITAD/KONSTR AV C.MELLANDER	HANDLÄGGARE C.MELLANDER	
DATUM 2019-04-05		ANSVARIG C.MELLANDER		
SITUATIONSPLAN ÖVER FÖRORENINGSHALTER ÅTGÄRDSUTREDNING OCH RISKVÄRDERING				
SKALA 1:1500(A3)		NUMMER BILAGA 1a		BET



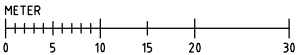
FÖRKLARINGAR

KOORDINATSYSTEM: SWREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH2000

TOTAL SCHAFT: 33 166 m³

BEF MARK JÄMFÖRT MED SCHAFTBOTTEN
AREA OCH VOLYM FÖR RESPEKTIVE
INTERVALL

- 3,5 - -3,0 m
- 3,0 - -2,5 m
- 2,5 - -2,0 m
- 2,0 - -1,5 m
- 1,5 - -1,0 m
- 1,0 - -0,5 m
- 0,5 - 0 m



BACKA 170:1 m.fl.

RAMBOLL

SCHAFTPLAN

Skala: 1:400 (A1)
Göteborg 2019-03-21
BILAGA 1b



FÖRKLARINGAR

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH2000

TOTAL Fyllnad: 24 642 m³

SCHAKTBOTTEN JÄMFÖRT MED
FÄRDIG MARKYTA
AREA OCH VOLYM FÖR RESPEKTIVE
INTERVALL

- 0 - +0,5 m
- +0,5 - +1,0 m
- +1,0 - +1,5 m
- +1,5 - +2,0 m
- +2,0 - +2,5 m

METER
0 5 10 15 20 30

BACKA 170:1 m.fl.

RAMBOLL

Fyllnadsplan

Skala: 1:400 (A1)
Göteborg 2019-03-21
BILAGA 1c

Mycket bra
Bra
Måttlig
Dålig

Riskvärderingsmatris

Åtgärdsalternativ	Nollalternativet	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4
Omfattning	Inga saneringsåtgärder	Endast teknisk schakt	Teknisk schakt + 1,0 m + enskilda punkter	Teknisk schakt + 1,5 m + enskilda punkter	Schakt av samtliga fyllnadsmassor
Saneringskostnad	-	19,3 miljoner kr	22,9 miljoner kr	27,4 miljoner kr	39,4 miljoner kr
Saneringsvolym	-	39 000 m ³	44 000 m ³	50 500 m ³	67 500 m ³
Volymreduktion	-	58 %	65 %	75 %	100 %
Riskreduktion	Oacceptabla risker kvarstår för hälsa och miljö	Oacceptabla risker kvarstår för hälsa och miljö	Inga oacceptabla risker kvarstår	Inga oacceptabla risker kvarstår	Inga oacceptabla risker kvarstår
Måluppfyllelse	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja
Långtidsverkan och beständighet	Dålig	Måttlig	Mycket bra	Mycket bra	Mycket bra
Risker under åtgärd	-	Små	Små	Små	Måttliga
Efterkontroll	Måttlig (kontrollprogram grundvatten)	Måttlig (kontrollprogram grundvatten och luft)	Liten (kontrollprogram luft Backa 171:4)	Liten (kontrollprogram luft Backa 171:4)	Liten (kontrollprogram luft Backa 171:4)
Resursförbrukning	-	Medelstor	Medelstor	Medelstor	Stor
Acceptans	Låg (kvarstående risker för hälsa och miljö)	Låg (kvarstående risker för hälsa och miljö)	Hög	Hög	Måttlig (de höga kostnaderna och resursförbrukningen motiveras inte av miljönyttan)